第25講

④酵素

生体内で触媒として作用するタンパク質。

・最適温度がある

体温付近(40℃程度)で最も活性となる。

・最適pHがある

酵素によって異なる最適pHがある。

(例)　ペプシン(胃液)　⇒　pH＝2

　　　トリプシン(膵液)　⇒　pH＝8

・基質特異性

酵素の活性部位に当てはまる，特定の相手(基質)としか反応しない。

酵素Eの活性部位と基質Sが結合して複合体ESとなり，基質Sが生成物Pとなって酵素Eから離れていく。

$$E + S \rightleftarrows ES \longrightarrow E + P$$

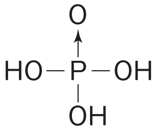
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4　核酸

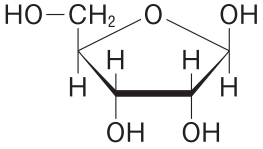
生命活動に大きく関わっている高分子である。今まで通り，構成成分からしっかり確認していこう。

①構成成分

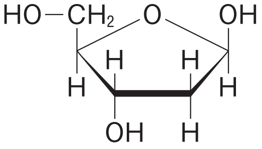
a．リン酸(H_3PO_4)



b．糖：五炭糖(ペントース)

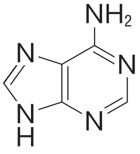


リボース

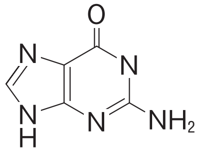


デオキシリボース

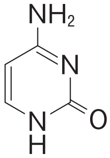
c．塩基



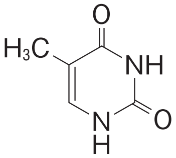
アデニン(A)



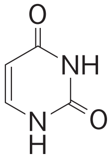
グアニン(G)



シトシン(C)



チミン(T)

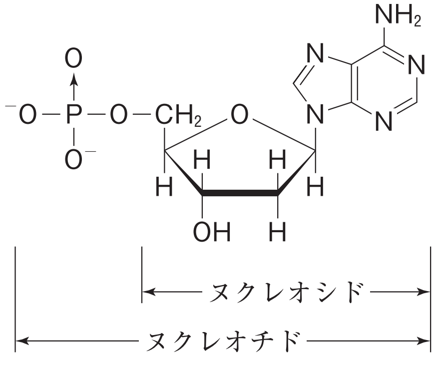


ウラシル(U)

d．ヌクレオチド

リン酸，糖そして塩基が縮合してできる単位。

このヌクレオチドが核酸の繰り返し単位となる。



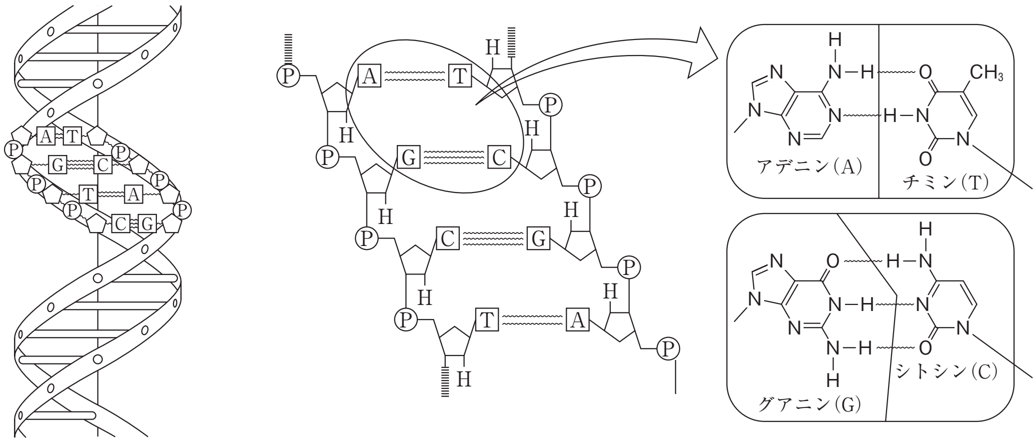
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

②DNA（デオキシリボ核酸）：遺伝情報を担う

リン酸　＋　デオキシリボース　＋　A・G・C・T

通常，二重らせん構造になっている。



このとき，AとTの間に２本，GとCの間に３本の水素結合が形成されている。

AとT，GとCのような関係を相補的な関係といい，相補的な関係の塩基は，DNA分子内での存在率が必ず等しくなっている。

※代謝とエネルギー

①代謝

生体内の化学変化を総称して代謝という。

同化：複雑な物質を合成する吸熱反応

（例）光合成

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

異化：複雑な物質を分解する発熱反応

（例）呼吸（有機物からエネルギーを取り出す）

好気呼吸：$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

嫌気呼吸：$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$（アルコール発酵）

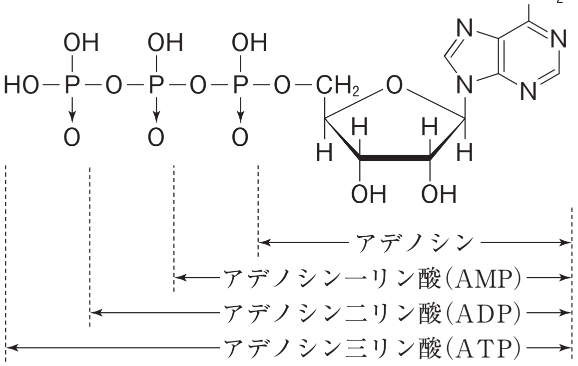
$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3CH(OH)COOH$（乳酸発酵）

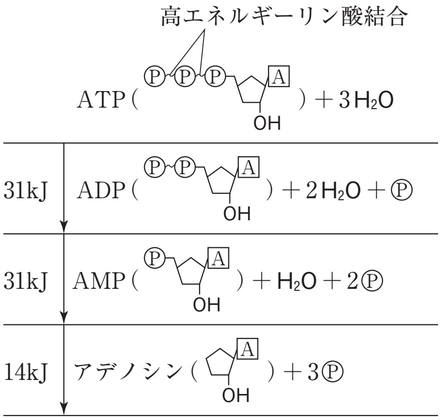
②エネルギーの保存と供給

エネルギーの保存と供給に関わっているのがアデノシン三リン酸（ATP）である。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

異化による発熱を保存し，同化へ供給していく。このとき，ATP中の高エネルギーリン酸結合が分解・生成している。





ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　演習問題

35　次の文章(1)〜(3)を読み，問1〜4に答えよ。

(1)　一般に触媒が存在すると化学反応は速くなる。この理由は，触媒が作用すると反応のしくみが変わって［(ア)］のより小さい経路で反応が進むためである。触媒を用いた場合，反応熱は［(イ)］。触媒はその作用のしかたで［(ウ)］と［(エ)］に大別できる。例えば，過酸化水素の水溶液中における分解反応の触媒として$FeCl_3$水溶液やMnO_2粉末を利用できるが，$FeCl_3$は［(ウ)］，MnO_2は［(エ)］として働いている。

細胞内の化学反応の多くは触媒として酵素(Eと表記する)が関わっている。酵素が触媒として作用する物質を［(オ)］(Sと表記する)という。Sは酵素と結合して「酵素—［(オ)］複合体」(E·Sと表記する)をつくる。

問1　［(ア)］〜［(オ)］に最も適切な語句を記せ。

(2)　Sの加水分解により生成物Pを生じる反応を，酵素Eが触媒として進める場合を考えてみよう。

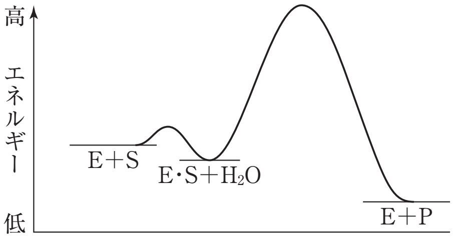


図1　酵素EによるSの加水分解反応に伴うエネルギー変化

図1のように，酵素Eの作用する反応ではE·Sがつくられるため，反応は式①，式②，で表される2つの段階にわけることができる。

$$E + S \rightleftarrows E{\cdot}S \quad \cdots\cdots①$$

$$E{\cdot}S + H_2O \longrightarrow E + P \quad \cdots\cdots②$$

E·Sに対して水が作用しPが生じるので，Pの生成する速度vは速度定数をkとして式③で与えられる。

$$v = k[H_2O][E{\cdot}S] \quad \cdots\cdots③$$

最初に加えた酵素Eの濃度(初期濃度)をc[mmol/L]とすると，反応の進行中，酵素Eの濃度[E][mmol/L]，E·Sの濃度[E·S][mmol/L]の間には，式④の関係が常に成立する。ただし，mmol/L＝10^{-3}mol/Lとする。

$$[E] + [E{\cdot}S] = c \quad \cdots\cdots④$$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

多くの酵素反応では，式①の正反応およびその逆反応はいずれも式②の反応と比べはるかに速い。したがって，式②の反応が進行中でも式①の平衡関係が成立しているとみなすことができる。

問2　式①の平衡定数をK[(mmol/L)$^{-1}$]とする。Kを[E·S]，c，Sの濃度[S][mmol/L]を用いて表せ。

問3　[E·S]をK，c，[S]を用いて表せ。

(3)　酵素による反応を水溶液中で行う場合，大過剰に存在する水の濃度[H_2O][mmol/L]は定数とみなしてよい。文章(2)で説明した酵素反応において，式③の速度定数k[(mmol/L)$^{-1}$/s]と[H_2O]の積は5.0[/s]であり，式①の平衡定数Kは0.10[(mmol/L)$^{-1}$]であった。

問4　反応溶液内のSの濃度を高めると式①の平衡が移動するため，式②の反応速度vは増大する。しかしSの濃度をいくら高めても，最大速度v_{max}とよばれる値を超えることはない。酵素Eの初期濃度cが0.30mmol/Lである水溶液中で，酵素EによるSの加水分解反応を行う場合のv_{max}を有効数字2桁で答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

［36］ 次の問いに答えよ。

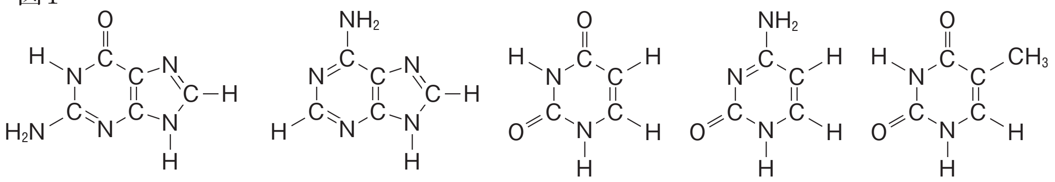
問１　次の文章の［(ア)］～［(エ)］にもっとも適当な語句を書け。

生物の遺伝に中心的役割を果たしているのは［(ア)］であり，［(ア)］はDNAとRNAに大別される。ともに高分子化合物で，［(イ)］とよばれる単位分子が多数つながった構造をとっている。［(イ)］は，［(ウ)］に［(エ)］と有機塩基が結合した化合物で，［(イ)］から［(エ)］がはずれた化合物はヌクレオシドとよばれる。

問２　DNAに含まれる元素のうち，タンパク質の構成単位であるアミノ酸に含まれない元素を元素記号で書け。

問３　図１には５つの有機塩基の構造が示されている。この中からDNAに含まれない有機塩基を１つ選び，その記号を書け。

図1



A　　B　　C　　D　　E

問４　DNAの二重らせん構造は２本のDNA鎖からできているが，DNAは１本鎖の状態でも存在することができる。そして，有機塩基の存在比を分析しただけでDNAが１本鎖か２本鎖かを知ることができる。どのような分析結果が出ると，サンプルのDNAが１本鎖であるといえるか。30字以内(句読点を含む)で書け。

問５　DNAを含む溶液の酸性度を強めていくと，DNAにある変化が起こる。それはどのような変化か。下のA～Fの中から最も適当なものを一つ選び，その記号を書け。

A　本来とは異なった有機塩基間の水素結合が優先されるようになる。

B　プロトンが有機塩基間の水素結合を邪魔する。

C　プロトンによって右巻き二重らせん構造が巻き戻される。

D　有機塩基の分子構造が壊れる。

E　熱が発生し，それにより有機塩基間の水素結合が分断される。

F　DNAの構造の一部がRNAになる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　確認テスト

1　次の文章を読み問1〜3に答えよ。

(a)酵素は，生物が生産する触媒で，生体のほとんどすべての反応には，その反応に固有の酵素が関与しており，穏和な条件下で円滑な反応を促進することにより，生命の維持に役立っている。酵素反応では，酵素(E)は，基質(S)と結合して酵素―基質複合体(ES)となり，生成物(P)を生じる。

$$E + S \rightleftarrows ES \longrightarrow E + P$$

一般に，酵素反応は，温度とpHによって著しく影響を受け，それぞれの酵素が触媒として作用する反応には，(b)最適温度と(c)最適pHが存在する。

問１　下線部(a)について，次の記述(ア)〜(オ)のうち，誤っているものを選び，記号で答えよ。

(ア)　酵素の基質特異性には，酵素の立体構造が関係している。

(イ)　酵素は，変性により活性部位の立体構造が変化すると失活する。

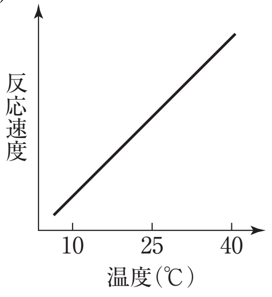
(ウ)　酵素は，反応の活性化エネルギーや反応熱を小さくする。

(エ)　酵素には，反応速度が最大になる温度やpHが存在する。

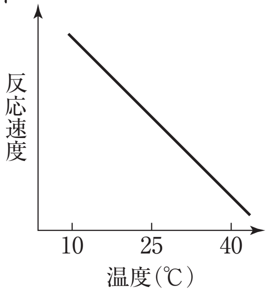
(オ)　酵素反応の速度は，酵素―基質複合体の濃度に依存する。

問２　下線部(b)について，この特徴を表すグラフとして最も適当なグラフを下の選択肢の中から選び，その記号で答えよ。

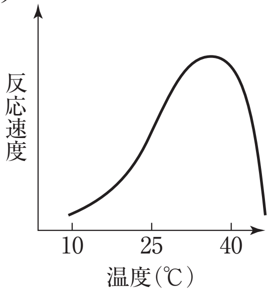
ア



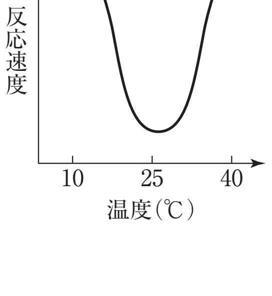
イ



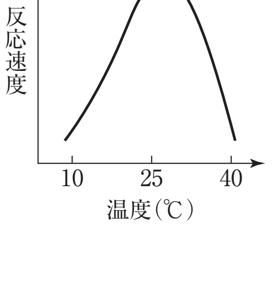
ウ



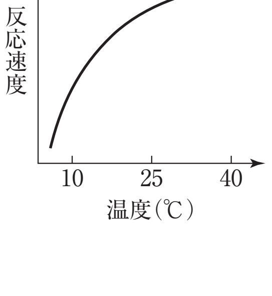
エ



オ



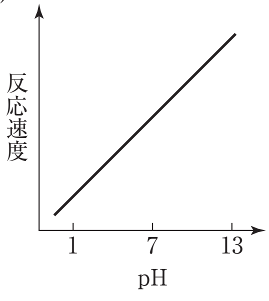
カ



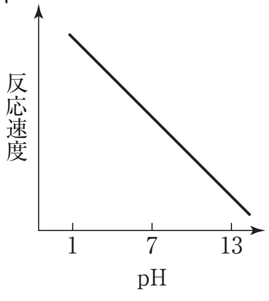
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　下線部(c)について，カタラーゼ（過酸化水素を酸素と水に分解する酵素）の特徴を表すグラフとして最も適当なグラフを下の選択肢の中から選び，その記号で答えよ。

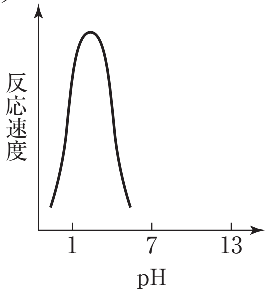
ア



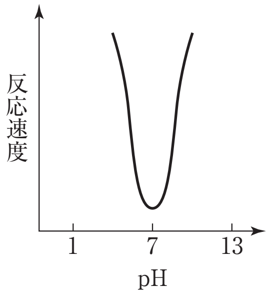
イ



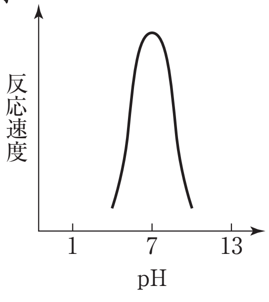
ウ



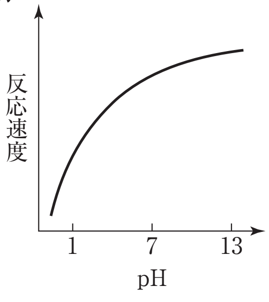
エ



オ



カ



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

[2]　次の文章を読み，問いに答えなさい。

　核酸は，塩基，糖，及びリン酸から構成される。糖の1位に[1]が結合したものをヌクレオシドと呼び，それに[2]がエステル結合したものをヌクレオチドと呼ぶ。ヌクレオチドの[2]部分と，別のヌクレオチドの糖部分の[3]基が縮合重合したものはポリヌクレオチドと呼ばれる。DNAでは，糖部分はデオキシリボースであり，塩基には，ピリミジン塩基であるシトシン(C)とチミン(T)，プリン塩基であるグアニン(G)とアデニン(A)の4種類がある。細胞内では，ヌクレオチドの縮合重合反応が繰り返されて高分子DNAが合成される。一般の2本鎖DNAでは，向かい合う塩基同士が水素結合を介して塩基対を形成している。グアニンはシトシン，アデニンはチミンと塩基対を形成し，これにより安定な[4]構造が維持されている。

　高分子である核酸は，水溶液中では親水コロイドとして存在している。中性付近(pH7～8)の水溶液中では，核酸に含まれるリン酸のヒドロキシ基が電離するため，核酸全体としては[5]を持つ。そのため，中性付近の緩衝液を用いた電気泳動において，DNAは[6]側に移動する。

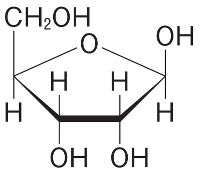
　コロイド状の核酸は全体として帯電しているため，高分子の核酸同士は反発しあって凝集しにくくなっている。そこに適量の食塩水などを加えると，核酸に含まれるリン酸の電荷が中和され，核酸同士が凝集し易くなる。このような親水コロイドの[7]現象を利用した方法は，核酸の精製過程で汎用される。

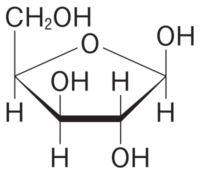
問1　[1]～[7]に入る適切な語を下記の語群から選び，記号で答えなさい。

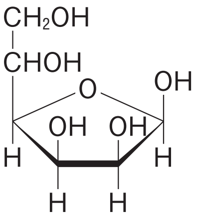
ア　α–ヘリックス	イ　陰極	ウ　塩基	エ　塩析	オ　凝析
カ　正電荷	キ　疎水	ク　二重らせん	ケ　ヒドロキシ	コ　負電荷
サ　メチル	シ　陽極	ス　リン酸		

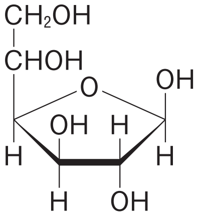
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

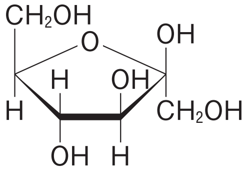
問2　DNAに含まれるデオキシリボースの構造は，下記のア～カのうちどれか。記号で答えなさい。

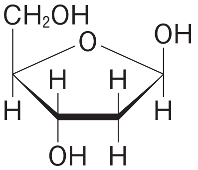
ア


イ


ウ


エ


オ


カ


問3　一般に，2本鎖DNA水溶液(中性付近)に熱を加えていくと，水中の2本鎖DNAが1本鎖に解離する。このとき，グアニンとシトシンの含有割合が高い2本鎖DNAの方が，アデニンとチミンの含有割合が高い2本鎖DNAより解離しにくいといわれる。その理由としてもっとも適切な説明を下記から選び，記号で答えなさい。

ア　熱により，アデニンが分解するから。

イ　熱により，チミンが分解するから。

ウ　A－T塩基対よりもG－C塩基対の方が分子量が大きいから。

エ　A－T塩基対よりもG－C塩基対の方が水素結合の数が多いから。

オ　グアニンに水素イオンが結合して塩基対が保護されるから。

カ　アデニンに水素イオンが結合して塩基対を形成できないから。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　演習問題

35 問１　(ア)　活性化エネルギー　(イ)　変化しない　(ウ)　均一触媒
(エ)　不均一触媒　(オ)　基質

問２　$\dfrac{[\mathrm{E{\cdot}S}]}{(c-[\mathrm{E{\cdot}S}])[\mathrm{S}]}$

問３　$\dfrac{Kc[\mathrm{S}]}{1+K[\mathrm{S}]}$

問４　1.5 mmol/(L・s)

36 問１　ア．核酸　イ．ヌクレオチド　ウ．ペントース(五炭糖)　エ．リン酸

問２　P

問３　C

問４　４種類の構成塩基で，同じ物質量のものが存在しない。

問５　B

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　確認テスト

1　問１　ウ　　問２　ウ　　問３　オ

【解説】

問１　(ウ)酵素は触媒であり，活性化エネルギーは小さくするが，反応熱を小さくすることはできない。

問２　酵素の最適温度は体温付近（約40℃）である。

問３　肝臓や血液中に多く含まれるカタラーゼの最適pHはほぼ中性（pH８）である。ウの強酸性は胃液に含まれるペプシンである。

2　問１　１．ウ　　２．ス　　３．ケ　　４．ク　　５．コ　　６．シ　　７．エ

問２　カ

問３　エ

【解説】

問１　略

問２　略

問３　グアニンとシトシンの間には３本の水素結合，アデニンとチミンの間には２本の水素結合がある。

よってグアニンとシトシンの含有率が高い方が解離しにくくなる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。